

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 09-245705  
 (43) Date of publication of application : 19.09.1997

(51) Int.CI. H01J 37/147  
 H01J 27/16  
 H01J 37/05  
 H01J 37/08  
 H01J 37/317

(21) Application number : 08-054892 (71) Applicant : HITACHI LTD  
 (22) Date of filing : 12.03.1996 (72) Inventor : ISHIGURO KOJI  
 FUJIMOTO MINORU  
 YAMASHITA YASUO  
 MERA KAZUO

## (54) ION IMPLANTING DEVICE

## (57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent an internal discharge from being generated at an initial stage by supplying an exciting current, pressurizing front stage and back stage acceleration power supply, supplying and O<sub>2</sub> gas, introducing microwaves in a plasma chamber, and igniting the plasma.

SOLUTION: An exciting current is supplied from each exciting current supply portion, a front stage acceleration power supply and a back stage acceleration power supply are pressurized and are applied to REDBOX. An exciting current corresponding to the strength of magnetic field to be generated by means of an ion source coil is supplied by means of an exciting current supply portion, and O<sub>2</sub> gas is introduced from the gas supply portion. Finally, a microwave supply portion is controlled, the microwaves are introduced into the plasma chamber, whereby the plasma is ignited and ion is generated. The ion beams collide with the inner wall of a vacuum container, are the resulting internal discharge can be reduced or prevented.

イオシビーム引き出し手順

101  
 質量分離器により磁場発生  
 Q レンズ  
 30° 偏向器  
 前段加速電圧印加  
 後段

102  
 イオン源コイルにより磁場発生  
 O<sub>2</sub>ガス導入

103  
 マイクロ波導入

ビーム引き出し

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.08.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3313966

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-245705

(43)公開日 平成9年(1997)9月19日

(51)Int.Cl.*	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 01 J	37/147		H 01 J 37/147	D
	27/16		27/16	
	37/05		37/05	
	37/08		37/08	
	37/317		37/317	C

審査請求 未請求 請求項の数11 O.L (全10頁)

(21)出願番号 特願平8-54892  
(22)出願日 平成8年(1996)3月12日

(71)出願人 000005108  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
(72)発明者 石黒 浩二  
茨城県日立市国分町一丁目1番1号 株式会社日立製作所国分工場内  
(72)発明者 藤本 実  
茨城県日立市国分町一丁目1番1号 株式会社日立製作所国分工場内  
(72)発明者 山下 泰郎  
茨城県日立市国分町一丁目1番1号 株式会社日立製作所国分工場内  
(74)代理人 弁理士 富田 和子

最終頁に続く

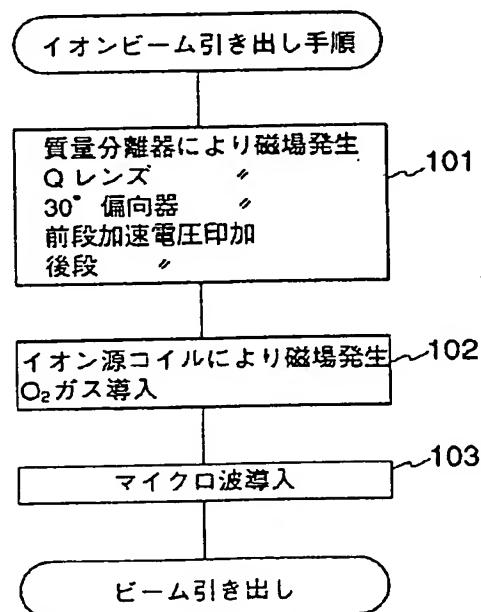
(54)【発明の名称】 イオン注入装置

(57)【要約】

【課題】イオンビーム引き出し過程の初期段階での内部放電の発生を防止することができるイオン注入装置を提供する。

【解決手段】イオンビームの引き出し手順において、最初に、質量分離器、Qレンズ、30°偏向器に、目的とする装置運転条件下必要な、それぞれの機器について予め定められている磁場を発生するための励磁電流を供給させると共に、前段及び後段加速電圧を昇圧させて、目的とする前段及び後段加速電圧をそれぞれ印加し(ステップ101)、その後、ステップ102で、イオン源コイルにより発生すべき磁場の強度に対応した励磁電流を供給すると共に、イオン生成用のガスとしてO<sub>2</sub>ガスを導入し、最後に、ステップ103で、マイクロ波供給部31を制御してマイクロ波をプラズマ室1bへ導入させることにより、プラズマを点火して、イオンを発生させる。

図1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】イオンを発生させるイオン源と、前記発生されたイオンを加速する加速部と、前記加速されたイオンが注入される基板を保持するエンドステーションとを備えるイオン注入装置において、当該装置のビームラインに沿って配置され、前記イオンのビームをある特定の状態へ変化させるために、目的とする強度の磁場及び電場のうち少なくとも一方を発生する1以上の機器と、前記1以上の機器、前記イオン源、及び、前記加速部を制御するための制御部とを有し、前記制御部は、イオンを引き出すための制御モードを備え、前記制御モードでは、前記加速部を制御して目的とする加速電場を発生させ、かつ、前記1以上の機器を制御して目的とする場をそれぞれ発生させた後に、前記イオン源を制御してイオンを発生させることを特徴とするイオン注入装置。

【請求項2】請求項1において、前記イオン源は、プラズマを発生するプラズマ室と、前記プラズマ室内に磁場を発生させる磁場発生部と、前記プラズマ室内にガスを供給するガス供給部と、前記プラズマ室にマイクロ波を供給するマイクロ波供給部とを有し、前記制御モードでは、イオンを発生するための手順として、前記磁場発生部により前記プラズマ室内に目的とする磁場を発生させると共に、前記ガス供給部により前記プラズマ室内にガスを導入させた後に、前記マイクロ波供給部により前記プラズマ室内にマイクロ波を導入させることを特徴とするイオン注入装置。

【請求項3】請求項1において、前記加速部は、電圧を時間と共に増加させる昇圧期間を経て、前記目的とする加速電場を発生するための電圧を発生する電源を備えるものであり、前記制御モードでは、前記イオン源を制御してイオンを発生させた後に、前記電源を立ち上げて加速電場を発生させると共に、前記1以上の機器による場を発生させるものであり、前記電源の昇圧期間中には、前記1以上の機器のそれを制御して、各機器毎について予め定められた関係式に従い、前記電源の電圧の変化に応じて、当該機器が発生する場の強度を変化させるものであり、前記予め定めた関係式とは、前記電源の電圧と、当該電圧に応じた加速電場により加速されたイオンが前記ビームラインを形成する真空容器の内壁面に衝突せずに移動するために必要な場の強度との対応関係を定義したものであることを特徴とするイオン注入装置。

【請求項4】請求項3において、前記加速部は、前記イオン源からのイオンの引き出しを行いうための前段部と、前記引き出されたイオンを加速す

るための後段部と、前記前段部及び前記後段部で目的とする加速電場を発生するための電圧を供給する電源である、前段加速電源及び後段加速電源とを備え、前記1以上の機器として、それぞれが磁場を発生する手段を備える、前記前段部で加速されたイオンの質量分離を行う質量分離器と、前記後段部で加速されたイオンのビームを整形するQレンズと、前記Qレンズで整形されたイオンビームを偏向させるビーム偏向器とを備えるものであり、

10 前記制御モードでは、前記前段加速電源及び後段加速電源の立ち上げ時における昇圧期間中は、前記前段部に印加される電圧に応じて前記質量分離器で発生させる磁場強度を変化させ、前記前段部及び前記後段部に印加される電圧に応じて、前記Qレンズ及び前記ビーム偏向器で発生する磁場強度を変化させることを特徴とするイオン注入装置。

【請求項5】イオンを発生させるイオン源と、前記発生されたイオンを加速する加速部と、前記加速されたイオンが注入される基板を保持するエンドステーションとを備えるイオン注入装置において、当該装置のビームラインに沿って配置され、前記イオンのビームをある特定の状態へ変化させるために、目的とする強度の磁場及び電場のうち少なくとも一方を発生する1以上の機器と、

前記ビームラインを形成する真空容器とを有し、前記加速部は、電圧を時間と共に増加させる昇圧期間を経て、前記目的とする加速電場を発生するための電圧を発生する電源を備えるものであり、前記真空容器は、前記電源の昇圧期間中にイオンビームが衝突する壁面部分に、当該衝突により発生する2次電子の動きを制限するための2次電子抑制手段を1以上備えることを特徴とするイオン注入装置。

【請求項6】請求項5において、前記2次電子トラップ手段は、前記イオンビームが衝突する壁面部分と対向する位置に配置され、負の電圧が印加されるサプレッサー電極であることを特徴とするイオン注入装置。

【請求項7】荷電粒子を発生させる荷電粒子発生源と、当該発生された荷電粒子を加速する加速部とを備える荷電粒子加速装置において、当該装置のビームラインに沿って配置され、前記荷電粒子のビームをある特定の状態へ変化させるために、目的とする強度の磁場及び電場のうち少なくとも一方を発生する1以上の機器と、

前記1以上の機器、前記荷電粒子発生源、及び、前記加速部を制御するための制御部とを有し、前記制御部は、前記荷電粒子を引き出すための制御モードを備え、前記制御モードでは、前記加速部を制御して目的とする加速電場を発生させ、かつ、前記1以上の機器を制御し

50

て目的とする場をそれぞれ発生させた後に、前記荷電粒子発生源を制御して荷電粒子を発生させることを特徴とする荷電粒子加速装置。

【請求項8】荷電粒子を発生させる荷電粒子発生源と、当該発生された荷電粒子を加速する加速部とを備える荷電粒子加速装置において、

当該装置のビームラインに沿って配置され、前記荷電粒子のビームをある特定の状態へ変化させるために、目的とする強度の磁場及び電場のうち少なくとも一方を発生する1以上の機器と、

前記1以上の機器、前記荷電粒子発生源、及び、前記加速部を制御するための制御部とを有し、

前記制御部は、前記荷電粒子の軌道を制御するための制御モードを備え、

前記制御モードでは、前記加速部による加速電場を発生させると共に、前記1以上の機器による場を発生させるものであり、その際には、前記1以上の機器のそれぞれを制御して、各機器毎について予め定められた関係式に従い、前記加速電場強度の定常状態からの変化に応じて、当該機器が発生する場の強度を調整するものであ

り、  
前記予め定めた関係式とは、前記電源の電圧と、当該電圧に応じた加速電場により加速された荷電粒子が前記ビームラインを形成する真空容器の内壁面に衝突せずに移動するために必要な場の強度との対応関係を定義したものであることを特徴とする荷電粒子加速装置。

【請求項9】荷電粒子を発生させる荷電粒子発生源と、前記発生された荷電粒子を加速する加速部とを備える荷電粒子加速装置において、

当該装置のビームラインに沿って配置され、前記荷電粒子のビームをある特定の状態へ変化させるために、目的とする強度の磁場及び電場のうち少なくとも一方を発生する1以上の機器と、

前記ビームラインを形成する真空容器とを有し、  
前記真空容器は、前記加速部による加速電場強度が定常状態の値から変位した場合に荷電粒子のビームが衝突する壁面部分に配置され、当該衝突による発生する荷電粒子の運動を制約するための電場及び磁場の少なくとも一方を発生させるトラップ手段を1以上備えることを特徴とする荷電粒子加速装置。

【請求項10】荷電粒子を発生させる荷電粒子発生源と、当該発生された荷電粒子を加速する加速部と、ビームラインに沿って配置され、前記荷電粒子のビームをある特定の状態へ変化させるために、目的とする強度の磁場及び電場のうち少なくとも一方を発生する1以上の機器とを備える荷電粒子加速装置における、荷電粒子の引き出し方法において、

最初に、前記加速部により目的とする加速電場を発生させ、かつ、前記1以上の機器により目的とする場をそれぞれ発生させ、

次に、前記荷電粒子発生源により荷電粒子を発生させることを特徴とする荷電粒子の引き出し方法。

【請求項11】請求項10において、

前記加速部の電源として、印加電圧を時間と共に上昇させる昇圧期間を経て目的とする電圧を発生するものを用いる場合には、

前記イオン源を制御してイオンを発生させた後に、前記電源を立ち上げて加速電場を発生させると共に、前記1以上の機器による場を発生させるものであり、

10 前記昇圧期間中には、前記1以上の各機器のそれぞれについて予め定められた関係式に従い、当該電源電圧の変化に対応して、各機器が発生する場の強度を変化させるものであり、

前記予め定めた関係式とは、前記電源の電圧と、当該電圧により加速された荷電粒子が、ビームラインを形成する真空容器の内壁面と衝突せず移動するために必要な場の強度との関係を定義するものであることを特徴とする荷電粒子の引き出し方法。

【発明の詳細な説明】

20 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、イオンや電子等を加速する荷電粒子加速装置に係り、特に、半導体基板であるシリコンウェハーに、イオンビームを注入するイオン注入装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の技術を図2～図7を参照して説明する。

【0003】図2は、一般的な大電流酸素イオン注入装置の全体構成を示している。このイオン注入装置は、全体として、幅4m、長さ7m、高さ3m程度の大きさを有する。イオン源1には、プラズマ室があり、イオン源コイル1aによる磁場印加、及び、図示していないガス及びマイクロ波供給源からの、ビームガス種であるO<sub>2</sub>ガス及びマイクロ波が導入されて、プラズマが生成される。前段加速電源2により、このイオン源1は例えば50kVまで昇圧され、当該電圧を引き出し電圧として、イオン源1からイオンビームが引き出される。引き出されたイオンビームは、質量分離器3により、目的とするイオン（ここではO<sub>+</sub>）と、不要なイオンO<sub>2+</sub>等とに分離される。

【0004】なお、質量分離器3に印加する電磁強度Bは、次式により算出される。

【0005】

$$B = 1.44 / r \cdot \sqrt{MV/n} \quad \dots \quad (1)$$

ここで、r：偏向半径

M：質量数

V：前段加速電圧（例えば50kV）

n：イオン価数

イオン注入装置においては、上記V、M、n、rは与えられており、これらからBが求まる。目的とするイオン

を得るために必要な磁場強度  $B$  が求まると、例えば図 3 に示すような、電磁石へ供給する励磁電流とその電磁石が発生する磁場強度との関係に基づいて、当該磁場強度  $B$  を得るために、質量分離器 3 に備えられている電磁石へ印加すべき励磁電流  $I$  が求まる。

【0006】質量分離器 3 を通過したイオンビームは、外部とは電気的に絶縁されている、いわゆる R E D B O X 5 に含まれている加速管 6 により加速される。加速管 6 を含む R E D B O X 5 は、後段加速電源 4 により昇圧される。加速されたイオンビームは、Q レンズ 7 でビーム整形され、30° 偏向器 8 では、質量分離器 3 と同じく不要なビームがカットされる。最後に、偏向器 8 を通過したビームのみが、エンドステーション 10 中の S i ウェハー 9 に照射される。

【0007】S i ウェハー 9 は、基板搬送用ロボット 10 d により外部からエンドステーション 10 内部に搬入され、図中矢印方向に回転可能な試料ホルダー 10 b に保持される。なお、10 c は、S i ウェハー 9 に注入されずに、その後方に流れていったビームを減衰させるためのビームダンパーである。

【0008】従来のイオンビーム引き出し手順は、例えば図 4 に示すように、最初、質量分離器 3、Q レンズ 7、30° 偏向器 8 に、予め設定した必要な磁場を印加し、イオン源 1 にプラズマを発生させ（ステップ 40 1）、その後、前段及び後段加速電圧を印加（ステップ 40 2）することによって、イオンビームを引き出していた。

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】現在利用されている前段及び後段加速電源による印加電圧の昇圧には、図 5 に示すように、通常、ある一定の時間が必要である。例えば、加速電源として用いられる高周波スイッチング制御電源では、その装置に含まれている L C 回路のコンデンサーの充電に、ある程度の時間がかかる。さらに、加速電源による印加電圧を急激に立ち上げようすると、印加電圧が不安定になり、その電圧値が振動することがある。このような場合には、電圧制御が困難となり、さらに、他の電気素子にも悪影響を与える。

【0010】したがって、通常の昇圧過程の初期段階においては、加速電圧  $V$  が定常運転時と比較して小さくなる。

【0011】このため、上記数 1 からわかるように、一定の磁場強度  $B$  がすでに印加されている機器、例えば質量分離器 3 では、その内部を通過するイオンビームの偏向半径  $r$  は、定常運転時よりも小さくなる。例えば、質量分離器 3 では、図 6 に示すように、イオンビーム 0+ が、質量分離器 3 の真空容器壁面 14 と衝突する場合がある。

【0012】このようなイオンビームの衝突は、磁場を印加することによってビームの偏向を行うような 30°

偏向器 8 や、さらに、ビームライン上に配置され、当該ラインを通るビームを目的の状態とするための磁場及び電場のうち少なくとも一方を発生させるような機器でも、同様に発生することがある。

【0013】イオンビームが、真空容器内壁等の金属面と衝突すると、当該金属面でイオンビームが反射されるだけでなく、図 7 に示すように、この衝突により発生した、中性粒子 11、2 次電子 12、スペッタ原子 13 が放出される。このうち、2 次電子は、前段加速電圧あるいは後段加速電圧により逆方向に加速されて逆流し、イオン源電極や加速電極等に衝突し、内部負荷短絡を生ずる。

【0014】このような内部負荷短絡の発生は、イオン電流値の小さい加速装置においては、あまり大きな問題とはならなかった。しかし、最近のイオン注入処理に使用されている、数百 mA / 数百 kV の大電流イオン注入装置においては、特に顕著となる現象であり、問題となっている。

【0015】さらに、上述したイオンビームの引き出し手順を実行するために各電源や各電流供給源の制御手段を備え、自動運転を可能とするイオン注入装置では、上記内部負荷短絡を生ずると、当該制御手段が、電源を保護する意味で、加速電圧を 0 にし、再立上げを自動的に行う。よって、上記内部負荷短絡の発生は、イオン注入装置の稼働率低下や、ウェハー処理能力低下の原因となる。

【0016】さらに、イオンビームが真空容器に衝突する為に、真空容器の構成材料である、Fe、Al などがスペッタされ、不純物として S i ウェハー 9 に注入され、ウェハー汚染を生ずるような場合もある。

【0017】本発明は、上述したような点を考慮してなされたものであり、荷電粒子の加速装置において、荷電粒子ビームの引き出し過程の初期段階で発生しうる、当該装置の機器内壁面と荷電粒子ビームとの衝突により発生する内部負荷短絡（内部放電）を防止あるいは軽減することができる、荷電粒子加速装置を提供することを目的とする。

【0018】より具体的には、荷電粒子としてのイオンを基板へ注入するイオン注入装置において、上述したような、装置の稼働率低下、ウェハー処理能力低下、ウェハーへの不純物注入の発生等の原因となる、イオンビーム引き出し過程の初期段階での内部放電の発生を防止あるいは軽減することができる、イオン注入装置を提供することを、本発明の目的とする。

#### 【0019】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、荷電粒子を発生させる荷電粒子発生源と、当該発生された荷電粒子を加速する加速部とを備える荷電粒子加速装置において、当該装置のビームラインに沿って配置され、前記荷電粒子のビームをある特定の

状態へ変化させるために、目的とする強度の磁場及び電場のうち少なくとも一方を発生する1以上の機器と、前記1以上の機器、前記荷電粒子発生源、及び、前記加速部を制御するための制御部とを有し、前記制御部は、前記荷電粒子を引き出すための制御モードを備え、前記制御モードでは、前記加速部を制御して目的とする加速電場を発生させ、かつ、前記1以上の機器を制御して目的とする場をそれぞれ発生させた後に、前記荷電粒子発生源を制御して荷電粒子を発生させる。

【0020】より具体的には、上述した本発明の荷電粒子加速装置として、荷電粒子としてイオンを用い、加速したイオンを半導体などの基板へ注入するイオン注入装置に適用することが出来る。

【0021】また、上記目的を達成するために、本発明は、荷電粒子を発生させる荷電粒子発生源と、当該発生された荷電粒子を加速する加速部とを備える荷電粒子加速装置において、当該装置のビームラインに沿って配置され、前記荷電粒子のビームをある特定の状態へ変化させるために、目的とする強度の磁場及び電場のうち少なくとも一方を発生する1以上の機器と、前記1以上の機器、前記荷電粒子発生源、及び、前記加速部を制御するための制御部とを有し、前記制御部は、前記荷電粒子の軌道を制御するための制御モードを備え、前記制御モードでは、前記加速部による加速電場を発生させると共に、前記1以上の機器による場を発生させるものであり、その際には、前記1以上の機器のそれぞれを制御して、各機器毎について予め定められた関係式に従い、前記加速電場強度の定常状態からの変化に応じて、当該機器が発生する場の強度を調整するものであり、前記予め定めた関係式とは、前記電源の電圧と、当該電圧に応じた加速電場により加速された荷電粒子が前記ビームラインを形成する真空容器の内壁面に衝突せずに移動するために必要な場の強度との対応関係を定義したものである。

【0022】上記発明による荷電粒子の軌道を制御する制御モードは、例えば、イオン注入装置において、加速部が、電圧を時間と共に増加させる昇圧期間を経て、目的とする加速電場を発生するための電圧を発生する電源を備える場合に適用することが出来る。この場合には、イオン源を制御して荷電粒子を発生させた後に、前記制御モードを適用して、前記昇圧期間中のイオンビームの軌道を制御し、イオンビームが真空容器壁面に衝突するのを防止する。

【0023】また、上記目的を達成するために、本発明による荷電粒子加速装置は、当該装置のビームラインに沿って配置され、前記荷電粒子のビームをある特定の状態へ変化させるために、目的とする強度の磁場及び電場のうち少なくとも一方を発生する1以上の機器と、前記ビームラインを形成する真空容器とを有し、前記真空容器は、前記加速部による加速電場強度が定常状態の値か

ら変位した場合に荷電粒子のビームが衝突する壁面部分に配置され、当該衝突による発生する荷電粒子の運動を制約するための電場及び磁場の少なくとも一方を発生させるトラップ手段を1以上備える。

【0024】トラップ手段としては、例えば、イオン注入装置において、イオンビームの衝突により発生した2次電子をトラップするための負の電圧が印加されるサブレッサー電極を用いることができる。

【0025】

10 【発明の実施の形態】以下、本発明を適用したイオン注入装置の実施の形態について、図1、図8～図9を参照して説明する。

【0026】本実施形態のイオン注入装置は、例えば図2及び図8に示すように、イオン源1、質量分離器3、加速管6、Qレンズ7、30°偏向器8、及び、エンドステーション10を有する。なお、これらの構成については、上記図2に示されている従来のイオン注入装置の構成と同じものであり、その動作の説明は省略する。

【0027】イオン源1は、イオンを発生させるプラズマ室1bと、プラズマ室1b内にプラズマを発生するための磁場を印加するイオン源コイル1aと、発生したイオンをプラズマ室1bから引き出すための電圧（前段加速電圧）が印加される引き出し電極1cとを有する。エンドステーション10内には、イオン注入される基板（Siウエハー）9を複数保持する試料ホルダー10bと、試料ホルダー10bを回転させて、各基板をイオンビームの照射位置まで移動させるためのアクチュエータ10aとが設けられている。

【0028】本実施形態のイオン注入装置は、さらに、30 引き出し電極1c、加速管6に印加する加速電圧をそれぞれ供給する前段加速電源2、後段加速電源4と、イオン源コイル1a、質量分離器3、Qレンズ7、30°偏向器8にそれぞれ含まれている電磁石へ励磁電流を供給する励磁電流供給部21、23、27、28と、プラズマ発生のためのマイクロ波をプラズマ室1bへ供給するマイクロ波供給部31と、イオン生成用のガスをプラズマ室1bへ供給するガス供給部32と、基板移動用アクチュエータ10aを駆動するためのアクチュエータ駆動部33とを有する。

【0029】本実施形態のイオン注入装置は、さらに、前段加速電源2、後段加速電源4、励磁電流供給部21、23、27、28、マイクロ波供給部31、ガス供給部32、及び、アクチュエータ駆動部33の動作をそれぞれ制御する制御部41と、制御部41が行う制御処理のモード（制御モード）に対応する処理プログラムを記憶する記憶部42とを有する。記憶部42は、前記制御モードに対応する処理プログラムとして、例えば、イオンビームを引き出すための処理手順を規定するプログラムや、イオンを発生するための処理手順を規定するプログラムを記憶する。

【0030】ここで、前段加速電源2及び後段加速電源4の印加電圧値はもちろんのこと、励磁電流供給部23、27、28のそれぞれが供給する電流値は可変であり、制御部41によりその制御が可能である構成とする。さらに、制御部41は、励磁電流供給部21によるイオン源コイル1aへの予め定めた励磁電流の供給動作、マイクロ波供給部31によるマイクロ波の発生動作、及び、ガス供給部32によるイオン生成用ガスの導入動作を少なくとも制御するものである。

【0031】次に、本実施形態のイオン注入装置で用いる制御モードについて説明する。

【0032】本実施形態では、イオンビームを引き出す際に発生する内部放電多発を抑制するため制御モードとして、例えば、図1に示すようなイオンビームの引き出し手順を実行する。

【0033】本例によるイオンビームの引き出し手順においては、最初に、質量分離器3、Qレンズ7、及び、30°偏向器8に、目的とする装置運転条件下で必要な、それぞれの機器について予め定められている磁場を発生するための励磁電流を各励磁電流供給部21、23、27、28から供給せると共に、前段加速電源2、後段加速電源4を昇圧させて、目的とする前段加速電圧、後段加速電圧を、引き出し電極1c、加速管6を含むREDBOX5(図2参照)にそれぞれ印加する(ステップ101)。

【0034】その後、イオン源1内にプラズマを発生させることで、イオンビームを引き出す。すなわち、ステップ102では、イオン源コイル1aにより発生すべき磁場の強度に対応した励磁電流を励磁電流供給部21により供給すると共に、イオン生成用のガスとしてガス供給部32からO<sub>2</sub>ガスを導入する。最後に、ステップ103で、マイクロ波供給部31を制御してマイクロ波をプラズマ室1bへ導入させることにより、プラズマを点火して、イオンを発生させる。

【0035】以上の処理手順によれば、予め設定されていた、目的とする加速電場及び磁場がビームラインに沿って印加されている状態でイオンを発生させるため、上記処理手順の最後(ステップ103)の時点で、初めてプラズマ室1に発生したイオンは、予め設定されている軌道、すなわちビームラインに沿って移動することができる。従って、従来技術によるイオン引き出し手順で生じていた、イオンビームが真空容器内壁に衝突する事により生ずる内部放電(内部負荷短絡)を減少あるいは防止する事が可能となる。

【0036】さらに、本例では、イオン源1のプラズマ発生手順として、まず、イオン源コイル1aによる磁場印加、イオン源ガス種であるO<sub>2</sub>ガスの導入の後に、マイクロ波を導入させているため、より安定なプラズマ点火が可能となる。

【0037】次に、本実施形態のイオン注入装置で用い

ることが出来るイオンビーム引き出し手順の他の例について図9を参照して説明する。

【0038】本例の手順では、図9に示すように、最初に、イオン源1内にプラズマを発生させる(ステップ901)。この処理は、実質的には、上記図1の処理のステップ102及び103の処理と同じである。

【0039】次に、ステップ902では、発生したイオンを引き出すために、質量分離器3、Qレンズ7、及び、30°偏向器8で磁場を発生させると共に、引き出し電極1c、加速管6に加速電場を発生させる。

【0040】ただし、本例では、前段加速電源2および後段加速電源4の印加電圧が時間と共に上昇する昇圧期間中(図5参照)には、前段加速電圧及び後段加速電圧の時間的変化に応じて、質量分離器3、Qレンズ7、及び、30°偏向器8で印加する磁場強度を調整する制御を行う。

【0041】これにより、本例のイオンビーム引き出し手順では、定常運転時の加速電圧よりも低い昇圧期間中の電圧に応じて加速されたイオンが、当該装置のビームラインを構成する真空容器の内壁面に衝突する事を防ぐものである。

【0042】より具体的には、制御部41は、前段加速電源2、後段加速電源4の印加電圧を検出し、その検出された印加電圧と上記数1とにより、イオンのr(偏向半径)が定常印加電圧時と同じくなるために必要な磁場強度Bを求める。さらに、上記図3に示されたような、各機器の電磁石が発生する磁場の強度と、それに必要な励磁電流との関係から、前記磁場強度Bを得るために必要な励磁電流Iを求め、この励磁電流Iが、対応される機器に供給されるように、各励磁電流供給部を制御する。

【0043】例えば、質量分離器3には、前段加速電源2による印加電圧のみによって加速されたイオンが通過する。このために、質量分離器3の磁場強度は、前段加速電圧だけを考慮して決定する。また、加速管6よりも下流側に位置する各機器については、前段加速電圧及び後段加速電圧の両者をあわせて加速電圧を考慮して、各機器の発生すべき磁場強度を決定する。

【0044】本例のイオンビーム引き出し手順によれば、前段加速電圧、後段加速電圧の変化に応じて、質量分離器3、Qレンズ7、30°偏向器8等に印加する磁場強度を調整することができる。このため、前段加速電源2及び後段加速電源4の立ち上げ時の昇圧期間に、引き出されたイオンビームがビームラインを形成する真空容器の内壁面に衝突し、内部放電が発生することを抑制あるいは防止する事が可能となる。

【0045】本発明によるイオン注入装置の他の実施形態について、図10を参照して説明する。

【0046】本実施形態では、図2に示すような構成を有するイオン注入装置において、前段加速電源2及び後

段加速電源4の、目的の電圧に達するまでの昇圧過程で、引き出されたイオンビームが衝突すると考えられる真空容器の壁面に、サプレッサーをそれぞれ設ける。このサプレッサーにより、衝突により発生する2次電子をトラップする。

【0047】例えば、質量分離器3では、上述したように電源の昇圧過程では、真空容器14の内壁面14aに(図6参照)、イオンビームが衝突する場合がある。本実施形態では、図10に示すように、イオンビームが衝突する可能性がある真空容器14の内壁面14aに対向する位置にサプレッサー電極110を設け、サプレッサー電極110に、2次電子をトラップするに必要な負の電圧(-V)をかけるものである。

【0048】本実施形態によれば、イオンビームがビームラインを形成する真空容器の内壁面に衝突したとしても、そこで発生する2次電子をトラップあるいはその動きを抑制することが出来る。このため、2次電子がイオン源1または30°偏向器8等へ逆流することを防ぎ、さらに、逆流した2次電子による引き出し電極1cや加速管6の電極への衝突を抑制することが出来る。

【0049】なお、本実施形態では、真空容器14内に、イオンビームの衝突により発生する2次電子をトラップするためにサプレッサー電極110を設けたが、この代わりに、定常運転においてビームラインを通過するイオンビームの軌道に影響しない程度の磁場を発生する磁場発生手段を、前記衝突が起こる部分に配置し、この磁場によって2次電子の運動を抑制する構成としてもよい。

【0050】なお、上記2つの実施形態では、ビームラインに沿って配置される機器として、磁場のみを発生させる機器が使用される場合について説明したが、イオンビームの状態を目的の状態へ変化させるための電場を発生させる機器、あるいは、磁場及び電場の両方を発生する機器を用いているイオン注入装置についても同様に、本発明を適用することが出来る。

【0051】また、上記2つの実施形態では、荷電粒子としてイオンビームを例に上げて説明したが、電子やマニスイオンを発生させて加速するような荷電粒子加速装置の場合にも同様に、本発明を適用することが出来る。

### 【0052】

【発明の効果】本発明によれば、荷電粒子ビームの引き出し過程の初期段階で発生しうる、当該装置の機器内壁面と荷電粒子ビームとの衝突によって発生する内部放電(内部負荷短絡)を防止あるいは軽減することができ、荷電粒子加速装置を提供することができる。

【0053】また、本発明によれば、荷電粒子としてのイオンを基板へ注入するイオン注入装置において、上述したような、装置の稼働率低下、ウェハー処理能力低下、ウェハーへの不純物注入の発生等の原因となる、イオンビーム引き出し過程の初期段階での内部放電の発生を防止することができる、イオン注入装置を提供することができる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるイオン注入装置の一実施形態におけるイオンビーム引き出し手順の一例を示すフローチャート。

【図2】イオン注入装置の全体構成を示す説明図。

【図3】電磁石励磁電流と、発生される磁場強度との関係の一例を示すグラフ。

【図4】従来技術によるイオンビーム引き出し手順を示すフローチャート。

【図5】加速電源の昇圧過程の一例を示すグラフ。

【図6】イオンビームと真空容器との衝突を示す説明図。

【図7】イオンビームと壁面との干渉を示す説明図。

【図8】図1の実施形態のイオン注入装置の構成を示すブロック図。

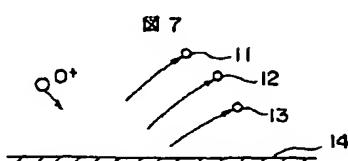
【図9】図1の実施形態におけるイオンビーム引き出し手順の他の例を示すフローチャート。

【図10】本発明によるイオン注入装置の他の実施形態における要部構成を示す説明図。

### 【符号の説明】

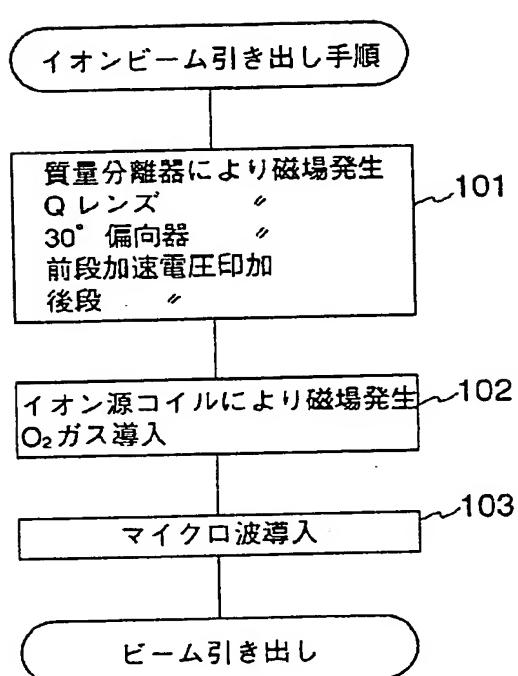
- 1 イオン源
- 2 前段加速電源
- 4 後段加速電源
- 8 30° 偏向器
- 9 Si ウェハー
- 14 真空容器

【図7】



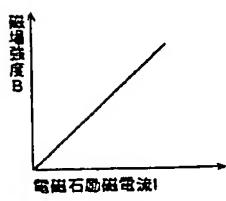
【図1】

図1



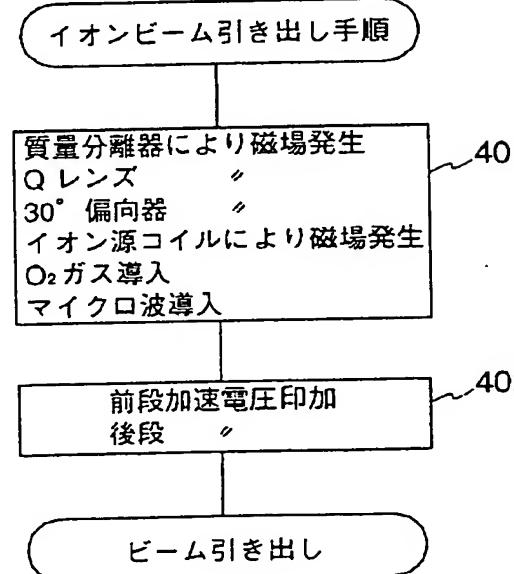
【図3】

図3



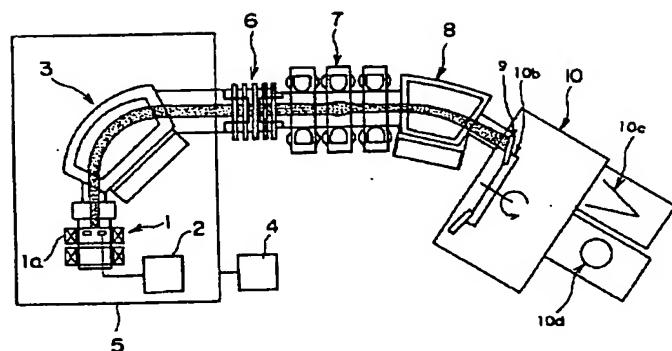
【図4】

図4



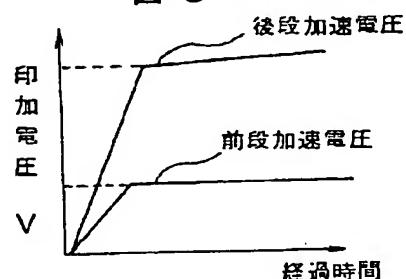
【図2】

図2



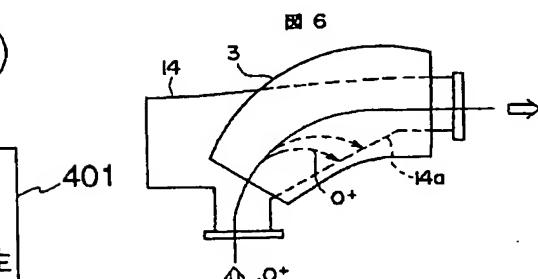
【図5】

図5



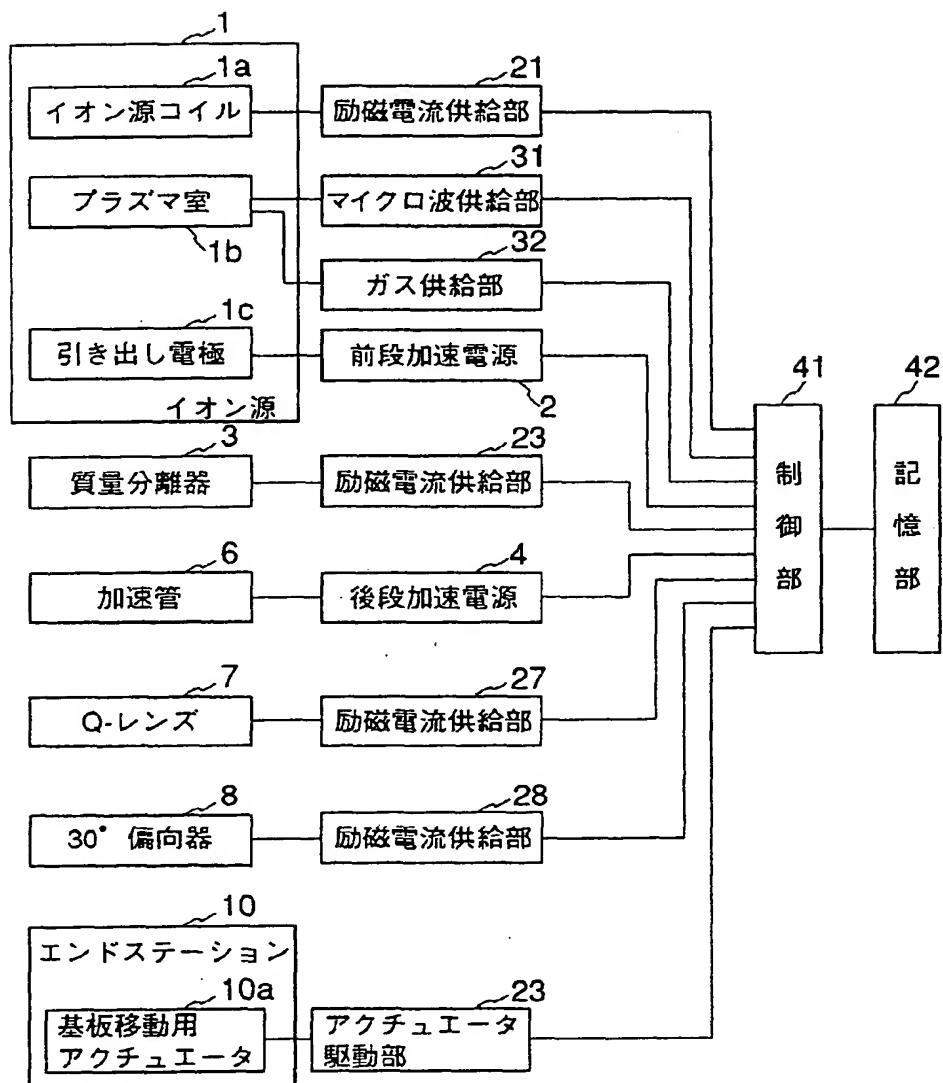
【図6】

図6



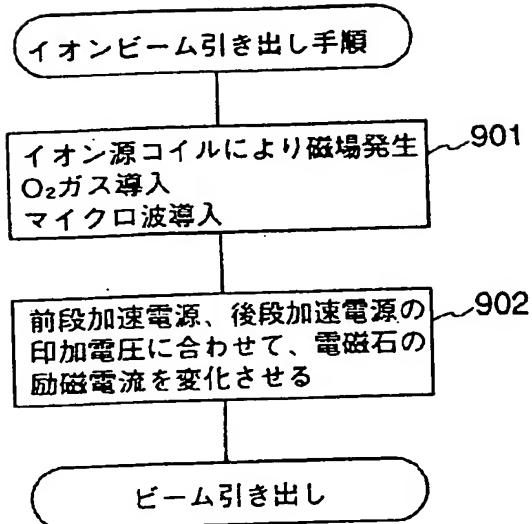
【図8】

図8



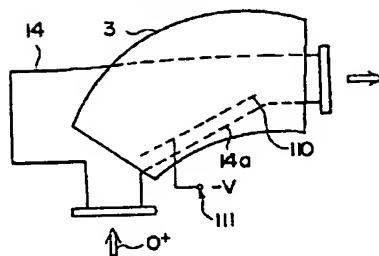
【図9】

図9



【図10】

図10



フロントページの続き

(72)発明者 米良 和夫  
 茨城県日立市国分町一丁目1番1号 株式  
 会社日立製作所国分工場内